

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-236228

(43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.Cl. G02B 6/122
H05K 1/02
H05K 3/46

(21)Application number : 2001-292439

(71)Applicant : IBIDEN CO LTD

(22)Date of filing : 25.09.2001

(72)Inventor : ASAI MOTOO

(30)Priority

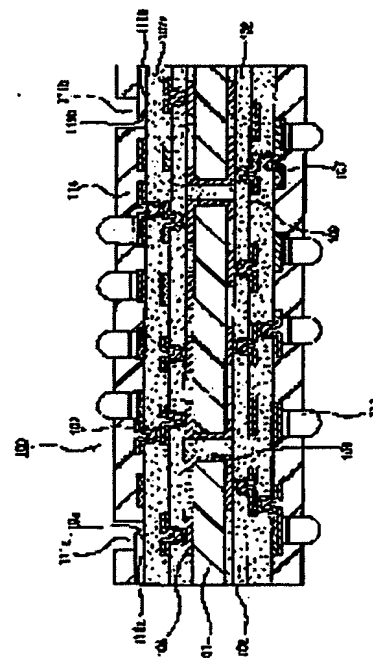
Priority number : 2000371882 Priority date : 06.12.2000 Priority country : JP

(54) MULTILAYER PRINTED CIRCUIT BOARD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multilayer printed circuit board which can transmit both an optical signal and an electric signal, and contribute to the miniaturization of terminal equipment for an optical communication.

SOLUTION: An optical waveguide is formed on the outermost inter-layer resin insulation layer of the multilayer printed circuit board in which a conductor circuit and on inter-layer resin insulation layer are laminated on both sides of a substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-236228
(P2002-236228A)

(43) 公開日 平成14年 8 月23日 (2002. 8. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 2 B 6/122		H 0 5 K 1/02	T 2 H 0 4 7
H 0 5 K 1/02		3/46	N 5 E 3 3 8
3/46			Q 5 E 3 4 6
			Z
		G 0 2 B 6/12	B
		審査請求 未請求 請求項の数 7	OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-292439(P2001-292439)
(22) 出願日 平成13年 9 月25日 (2001. 9. 25)
(31) 優先権主張番号 特願2000-371882(P2000-371882)
(32) 優先日 平成12年12月 6 日 (2000. 12. 6)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000158
イビデン株式会社
岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地
(72) 発明者 浅井 元雄
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデ
ン株式会社大垣北工場内
(74) 代理人 100086586
弁理士 安富 康男

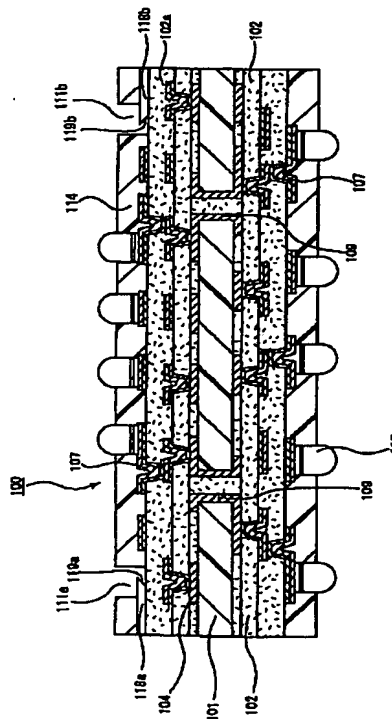
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層プリント配線板

(57) 【要約】

【課題】 光信号および電気信号の両方を伝送することができ、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる多層プリント配線板を提供する。

【解決手段】 基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、最外層の層間樹脂絶縁層上に光導波路が形成されていることを特徴とする多層プリント配線板。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、最外層の層間樹脂絶縁層上に光導波路が形成されていることを特徴とする多層プリント配線板。

【請求項 2】 前記光導波路として、受光用光導波路と、発光用光導波路とが形成されている請求項 1 に記載の多層プリント配線板。

【請求項 3】 前記光導波路は、有機系光導波路である請求項 1 または 2 に記載の多層プリント配線板。

【請求項 4】 前記層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路同士は、バイアホールにより接続されている請求項 1～3 のいずれか 1 に記載の多層プリント配線板。

【請求項 5】 前記導体回路は、アディティブ法により形成されている請求項 1～4 のいずれか 1 に記載の多層プリント配線板。

【請求項 6】 前記多層プリント配線板の最外層には、光路用開口を有するソルダーレジスト層が形成されている請求項 1～5 のいずれか 1 に記載の多層プリント配線板。

【請求項 7】 前記ソルダーレジスト層には、IC チップ実装用基板を実装するための開口が形成されている請求項 6 に記載の多層プリント配線板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多層プリント配線板に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、通信分野を中心として光ファイバに注目が集まっている。特に IT（情報技術）分野においては、高速インターネット網の整備に、光ファイバを用いた通信技術が必要となる。光ファイバは、1) 低損失、2) 高帯域、3) 細径・軽量、4) 無誘導、5) 省資源等の特徴を有しており、この特徴を有する光ファイバを用いた通信システムでは、従来のメタリックケーブルを用いた通信システムに比べ、中継器数を大幅に削減することができ、建設、保守が容易になり、通信システムの経済化、高信頼性化を図ることができる。

【0003】また、光ファイバは、一つの波長の光だけでなく、多くの異なる波長の光を 1 本の光ファイバで同時に多重伝送することができるため、多様な用途に対応可能な大容量の伝送路を実現することができ、映像サービス等にも対応することができる。

【0004】そこで、このようなインターネット等のネットワーク通信においては、光ファイバを用いた光通信を、基幹網の通信のみならず、基幹網と端末機器（パソコン、モバイル、ゲーム等）との通信や、端末機器同士の通信にも用いることが提案されている。このように基幹網と端末機器との通信等に光通信を用いる場合、端末機器において情報（信号）処理を行う IC が、電気信号

で動作するため、端末機器には、光→電気変換器や電気→光変換器等の光信号と電気信号とを変換する装置（以下、光／電気変換器ともいう）を取り付ける必要がある。そこで、従来の端末機器では、例えば、光ファイバ等を介して外部から送られてきた光信号を光／電気変換器へ伝送したり、光／電気変換器から送られる光信号を光ファイバ等へ伝送したりする光導波路と半田バンプを介して電気信号を伝送する多層プリント配線板とを別々に実装し、信号伝送および信号処理を行っていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の端末機器では、光導波路と多層プリント配線板とを別々に実装しているため、装置全体が大きくなり、端末機器の小型化を妨げる要因となっていた。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、端末機器の小型化に寄与することができる多層プリント配線板について鋭意検討した結果、多層プリント配線板に光導波路を形成することにより、上述した課題を解決することができることに想到し、下記の構成からなる本発明の多層プリント配線板を完成させた。

【0007】即ち、本発明の多層プリント配線板は、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、最外層の層間樹脂絶縁層上に光導波路が形成されていることを特徴とする。

【0008】また、本発明の多層プリント配線板において、上記光導波路としては、受光用光導波路と、発光用光導波路とが形成されていることが望ましく、上記光導波路は、有機系光導波路であることが望ましい。

【0009】また、上記多層プリント配線板において、上記層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路同士は、バイアホールにより接続されていることが望ましい。また、上記多層プリント配線板において、上記導体回路は、アディティブ法により形成されていることが望ましい。

【0010】また、上記多層プリント配線板の最外層には、光路用開口を有するソルダーレジスト層が形成されていることが望ましく、上記ソルダーレジスト層には、IC チップ実装用基板を実装するための開口が形成されていることが望ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の多層プリント配線板について説明する。本発明の多層プリント配線板は、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、最外層の層間樹脂絶縁層上に光導波路が形成されていることを特徴とする。

【0012】本発明の多層プリント配線板には、導体回路と光導波路とが形成されているため、光信号と電気信号との両方を伝送することができ、また、多層プリント配線板内に光導波路が内蔵されているため、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる。

【0013】上記多層プリント配線板は、最外層の層間樹脂絶縁層上に光導波路が形成されている。従って、上記光導波路を介して光信号の伝送を行うことができる。

【0014】上記光導波路としては、例えば、ポリマー材料等からなる有機系光導波路、石英ガラス、化合物半導体等からなる無機系光導波路等が挙げられる。これらのなかでは、ポリマー材料等からなる有機系光導波路が望ましい。層間樹脂絶縁層との密着性に優れ、加工が容易だからである。

【0015】上記ポリマー材料としては、通信波長帯での吸収が少ないものであれば特に限定されず、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、感光性樹脂、熱硬化性樹脂の一部が感光性化された樹脂、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との樹脂複合体、感光性樹脂と熱可塑性樹脂との複合体等が挙げられる。具体的には、例えば、PMMA（ポリメチルメタクリレート）、重水素化PMMA、重水素フッ素化PMMA等のアクリル樹脂、フッ素化ポリイミド等のポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、UV硬化性エポキシ樹脂、ポリオレフィン系樹脂、重水素化シリコーン樹脂等のシリコーン樹脂、ベンゾシクロブテンから製造されるポリマー等が挙げられる。

【0016】また、上記光導波路には、上記樹脂成分以外に、例えば、樹脂粒子、無機粒子、金属粒子等の粒子が含まれていてもよい。これらの粒子を含ませることにより上記光導波路と、層間樹脂絶縁層やソルダーレジスト層等との間で熱膨張係数の整合を図ることができるからである。上記樹脂粒子としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、感光性樹脂、熱硬化性樹脂の一部が感光性化された樹脂、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との樹脂複合体、感光性樹脂と熱可塑性樹脂との複合体等からなるものが挙げられる。

【0017】具体的には、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂等の熱硬化性樹脂；これらの熱硬化性樹脂の熱硬化基（例えば、エポキシ樹脂におけるエポキシ基）にメタクリル酸やアクリル酸等を反応させ、アクリル基を付与した樹脂；フェノキシ樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリスルホン（PSF）、ポリフェニレンスルホン（PPS）、ポリフェニレンサルファイド（PPE）、ポリフェニルエーテル（PPE）、ポリイミド（PI）等の熱可塑性樹脂；アクリル樹脂等の感光性樹脂等からなるものが挙げられる。また、上記熱硬化性樹脂と上記熱可塑性樹脂との樹脂複合体や、上記アクリル基を付与した樹脂や上記感光性樹脂と上記熱可塑性樹脂との樹脂複合体からなるものを用いることもできる。また、上記樹脂粒子としては、ゴムからなる樹脂粒子を用いることもできる。

【0018】また、上記無機粒子としては、例えば、アルミナ、水酸化アルミニウム等のアルミニウム化合物、

炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等のカルシウム化合物、炭酸カリウム等のカリウム化合物、マグネシア、ドロマイト、塩基性炭酸マグネシウム等のマグネシウム化合物、シリカ、ゼオライト等のケイ素化合物、チタニア等のチタン化合物等からなるものが挙げられる。また、シリカとチタニアとを一定の割合で混ぜ、熔融させて均一化したものを用いてもよい。また、上記無機粒子として、リンやリン化合物からなるものを用いることもできる。

【0019】上記金属粒子としては、例えば、金、銀、銅、パラジウム、ニッケル、白金、鉄、亜鉛、鉛、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム等からなるものが挙げられる。これらの樹脂粒子、無機粒子および金属粒子の粒子は、それぞれ単独で用いても良いし、2種以上併用してもよい。

【0020】また、上記樹脂粒子等の粒子の形状は特に限定されず、例えば、球状、楕円球状、破碎状、多面体状等が挙げられる。また、上記粒子の粒径（粒子の一番長い部分の長さ）は、通信波長より短いことが望ましい。粒径が通信波長より長いと光信号の伝送を阻害することがあるからである。また、上記範囲内の粒径を有する粒子であれば、2種類以上の異なる粒径の粒子を含有していてもよい。

【0021】上記光導波路が含有する粒子の配合量は、10～80重量%であることが望ましく、20～70重量%であることがより望ましい。粒子の配合量が10重量%未満であると、粒子を配合させる効果が得られないことがあり、粒子の配合量が80重量%を超えると、光信号の伝送が阻害されることがあるからである。

【0022】また、上記光導波路の形状は特に限定されないが、その形成が容易であることから、シート状が好ましい。また、上記光導波路の厚さは5～100μmが望ましく、その幅は5～100μmが望ましい。上記幅が5μm未満では、その形成が容易でないことがあり、一方、上記幅が100μmを超えると、多層プリント配線板を構成する導体回路等の設計の自由度を阻害する原因となることがあるからである。

【0023】また、上記光導波路の厚さと幅との比は、1：1に近いほうが望ましい。上記厚さと幅との比が1：1からはずれば、はずれるほど光信号を伝送する際の損失が大きくなるからである。さらに、上記光導波路が通信波長1.55μmのシングルモードの光導波路である場合には、その厚さおよび幅は5～15μmであることがより望ましく、上記光導波路が通信波長0.85μmでマルチモードの光導波路である場合には、その厚さおよび幅は20～80μmであることがより望ましい。

【0024】上記多層プリント配線板においては、光導波路として、受光用光導波路と発光用光導波路とが形成されていることが望ましい。上記受光用光導波路とは、

光ファイバ等を介して外部から送られてきた光信号を受光素子へ伝送するための光導波路をいい、上記発光用光導波路とは、発光素子から送られてきた光信号を光ファイバ等へ伝送するための光導波路をいう。上記受光用光導波路と上記発光用光導波路とは同一の材料からなるものであることが望ましい。熱膨張係数等の整合がはかりやすく、形成が容易であるからである。

【0025】また、上記光導波路には、光路変換ミラーが形成されていることが望ましい。光路変換ミラーを形成することにより、光路を所望の角度に変更することが可能だからである。上記光路変換ミラーの形成は、後述するように、例えば、光導波路の一端を切削することにより行うことができる。

【0026】また、本発明の多層プリント配線板において、層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路間は、バイアホールにより接続されていることが望ましい。導体回路同士をバイアホールで接続することにより、導体回路を高密度で配線することができるとともに、導体回路の設計の自由度が向上するため、光導波路の形成領域を容易に確保することができる。また、上記導体回路は、後述する多層プリント配線板の製造方法の説明にあるように、アディティブ法により形成されていることが望ましい。アディティブ法は、その間隔が50 μ m以下の微細配線の導体回路を形成するのに適しているからである。なお、上記アディティブ法は、フルアディティブ法であってもよいし、セミアディティブ法であってもよい。また、上記導体回路は、ビルドアップ法により形成されていてもよい。

【0027】また、本発明の多層プリント配線板の最外層には、光路用開口を有するソルダーレジスト層が形成されていることが望ましい。上記ソルダーレジスト層を形成することにより、最外層の層間樹脂絶縁層上に形成された光導波路を保護することができるとともに、光信号を伝送するための光路を確保することができるからである。また、上記ソルダーレジスト層には、ICチップ実装用基板を実装するための開口や、表面実装型電子部品を実装するための開口が形成されていることが望ましく、特に、ICチップ実装用基板を実装するためのBGAパッドの開口が形成されていることが望ましい。ソルダーレジスト層に上記した開口が形成されている場合には、多層プリント配線板の表面にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装することができ、具体的には、例えば、多層プリント配線板の光導波路を形成した側には、ICチップとともに発光素子や受光素子が実装してあるBGA等のICチップ実装用基板を実装することができる。

【0028】また、光導波路が形成されなかった側にもソルダーレジスト層は形成されていてもよく、このソルダーレジスト層には、表面実装型電子部品等を実装するための開口が形成されていてもよい。このような開口が

形成されている場合には、該開口に、必要に応じて、表面実装用パッドを形成した後、表面実装型電子部品を実装することができる。また、この開口には、PGA (Pin Grid Array) やBGA (Ball Grid Array) を配設したりすることもでき、これにより多層プリント配線板と外部基板等とを電氣的に接続することができる。

【0029】また、本発明の多層プリント配線板において、上記光導波路が形成されている側に、発光素子や受光素子等の光学素子が実装された外部基板 (ICチップ実装用基板等) を半田バンプを介して接続した場合には、半田が有するセルフアライメント作用により上記多層プリント配線板と上記外部基板とを確実に所定の位置に配置することができる。そのため、本発明の多層プリント配線板における光導波路の取り付け位置と、上記外部基板における光学素子の取り付け位置とが正確であれば、両者の間で正確な光信号の伝送を行うことができる。

【0030】なお、セルフアライメント作用とは、リフロー処理時に半田が自己の有する流動性により開口の中央付近により安定な形状で存在しようとする作用をいい、この作用は、半田がソルダーレジスト層にはじかれるとともに、半田が金属に付く場合には、球形になろうとする表面張力が強く働くために起こるものと考えられる。このセルフアライメント作用を利用した場合、上記半田バンプを介して、上記多層プリント配線板上と、上記外部基板とを接続する際に、リフロー前には両者に位置ズレが発生していたとしても、リフロー時に上記外部基板が移動し、該外部基板を上記多層プリント配線板上の正確な位置に取り付けることができる。

【0031】以下、上記した構成からなる多層プリント配線板の実施形態の一例について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の多層プリント配線板の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【0032】図1に示すように、多層プリント配線板100は、基板101の両面に導体回路104と層間樹脂絶縁層102とが積層形成され、基板101を挟んだ導体回路同士、および、層間樹脂絶縁層102を挟んだ導体回路同士は、それぞれ、スルーホール109およびバイアホール107により電氣的に接続されている。また、最外層の層間樹脂絶縁層102a上には、光変換ミラー119 (119a、119b) を備えた光導波路118 (118a、118b) が形成されている。この光導波路118a、118bは、一方が受光用光導波路であり、他方が発光用光導波路である。さらに、多層プリント配線板100の最外層には、光路用開口111 (111a、111b) と半田バンプ117とを備えたソルダーレジスト層114が形成されており、光路用開口111は光導波路118の直上に形成されている。

【0033】このような構成からなる多層プリント配線板100では、光ファイバ (図示せず) 等を介して外部

から送られてきた光信号が、光導波路118aに導入され、光路変換ミラー119aおよび光路用開口111aを介して受光素子（図示せず）等に送られることとなる。また、発光素子（図示せず）等から送り出された光信号は、光路用開口111bから光変換ミラー119bを介して光導波路118bに導入され、さらに、光ファイバ（図示せず）等を介して光信号として外部に送りだされることとなる。

【0034】また、半田バンプ117を介して、ICチップ実装用基板やその他の外部基板（図示せず）等を接続した場合には、多層プリント配線板100とICチップ実装用基板等とを電気的に接続することができ、さらに、このICチップ実装用基板等に光学素子が実装されている場合には、多層プリント配線板100と外部基板との間で光信号と電気信号とを伝送することができる。なお、このような構成からなる本発明の多層プリント配線板は、ソルダレジスト層にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装するための開口を形成するか、否か、また、BGAやPGAを配設するか、否か等を適宜選択することにより、パッケージ基板、マザーボード、ドーターボード等として用いることができる。

【0035】次に、本発明の多層プリント配線板を製造する方法について説明する。

（1）絶縁性基板を出発材料とし、まず、該絶縁性基板上に導体回路を形成する。上記絶縁性基板としては、例えば、ガラスエポキシ基板、ポリエステル基板、ポリイミド基板、ビスマレイミドトリアジン（BT）樹脂基板、熱硬化性ポリフェニレンエーテル基板、銅張積層板、RCC基板等が挙げられる。また、窒化アルミニウム基板等のセラミック基板や、シリコン基板を用いてもよい。上記導体回路は、例えば、上記絶縁性基板の表面に無電解めっき処理等によりベタの導体層を形成した後、エッチング処理を施すことにより形成することができる。また、銅張積層板やRCC基板にエッチング処理を施すことにより形成してもよい。

【0036】また、上記絶縁性基板を挟んだ導体回路間の接続をスルーホールにより行う場合には、例えば、上記絶縁性基板にドリルやレーザ等を用いて貫通孔を形成した後、無電解めっき処理等を施すことによりスルーホールを形成しておく。なお、上記貫通孔の直径は、通常、100～300 μ mである。また、スルーホールを形成した場合には、該スルーホール内に樹脂充填材を充填することが望ましい。

【0037】（2）次に、必要に応じて、導体回路の表面に粗化形成処理を施す。上記粗化形成処理としては、例えば、黒化（酸化）還元処理、第二銅錯体と有機酸塩とを含むエッチング液等を用いたエッチング処理、Cu-Ni-P針状合金めっきによる処理等を挙げることができる。ここで、粗化面を形成した場合、該粗化面の平均粗度は、通常、0.1～5 μ mが望ましく、導体回

路と層間樹脂絶縁層との密着性、導体回路の電気信号伝送能に対する影響等を考慮すると2～4 μ mがより望ましい。なお、この粗化形成処理は、スルーホール内に樹脂充填材を充填する前に行い、スルーホールの壁面にも粗化面を形成してもよい。スルーホールと樹脂充填材との密着性が向上するからである。

【0038】（3）次に、導体回路を形成した基板上に、熱硬化性樹脂、感光性樹脂、熱硬化性樹脂の一部がアクリル化された樹脂や、これらと熱可塑性樹脂とを含む樹脂複合体からなる未硬化の樹脂層を形成するか、または、熱可塑性樹脂からなる樹脂層を形成する。上記未硬化の樹脂層は、未硬化の樹脂をロールコーター、カーテンコーター等により塗布したり、未硬化（半硬化）の樹脂フィルムを熱圧着したりすることにより形成することができる。また、上記熱可塑性樹脂からなる樹脂層は、フィルム上に成形した樹脂成形体を熱圧着することにより形成することができる。

【0039】これらのなかでは、未硬化（半硬化）の樹脂フィルムを熱圧着する方法が望ましく、樹脂フィルムの圧着は、例えば、真空ラミネータ等を用いて行うことができる。また、圧着条件は特に限定されず、樹脂フィルムの組成等を考慮して適宜選択すればよいが、通常は、圧力0.25～1.0MPa、温度40～70℃、真空度13～1300Pa、時間10～120秒程度の条件で行うことが望ましい。

【0040】上記熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリフェニレン樹脂、フッ素樹脂等が挙げられる。上記エポキシ樹脂の具体例としては、例えば、フェノールノボラック型、クレゾールノボラック型等のノボラック型エポキシ樹脂や、ジシクロペンタジエン変成した脂環式エポキシ樹脂等が挙げられる。

【0041】上記感光性樹脂としては、例えば、アクリル樹脂等が挙げられる。また、上記熱硬化性樹脂の一部をアクリル化した樹脂としては、例えば、上記した熱硬化性樹脂の熱硬化基とメタクリル酸やアクリル酸とをアクリル化反応させたもの等が挙げられる。

【0042】上記熱可塑性樹脂としては、例えば、フェノキシ樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリスルホン（PSF）、ポリフェニレンスルホン（PPS）ポリフェニレンサルファイド（PPES）、ポリフェニレンエーテル（PPE）ポリエーテルイミド（PI）等が挙げられる。

【0043】また、上記樹脂複合体としては、熱硬化性樹脂や感光性樹脂（熱硬化性樹脂の一部をアクリル化した樹脂も含む）と熱可塑性樹脂とを含むものであれば特に限定されず、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との具体的な組み合わせとしては、例えばフェノール樹脂／ポリエ

ーテルスルホン、ポリイミド樹脂／ポリスルホン、エポキシ樹脂／ポリエーテルスルホン、エポキシ樹脂／フェノキシ樹脂等が挙げられる。また、感光性樹脂と熱可塑性樹脂との具体的な組み合わせとしては、例えば、アクリル樹脂／フェノキシ樹脂、エポキシ基の一部をアクリル化したエポキシ樹脂／ポリエーテルスルホン等が挙げられる。

【0044】また、上記樹脂複合体における熱硬化性樹脂や感光性樹脂と熱可塑性樹脂との配合比率は、熱硬化性樹脂または感光性樹脂／熱可塑性樹脂＝95／5～50／50が望ましい。耐熱性を損なうことなく、高い靱性値を確保することができるからである。

【0045】また、上記樹脂層は、2層以上の異なる樹脂層から構成されていてもよい。具体的には、例えば、下層が熱硬化性樹脂または感光性樹脂／熱可塑性樹脂＝50／50の樹脂複合体から形成され、上層が熱硬化性樹脂または感光性樹脂／熱可塑性樹脂＝90／10の樹脂複合体から形成されている等である。このような構成にすることにより、絶縁性基板等との優れた密着性を確保するとともに、後工程でバイアホール用開口等を形成する際の形成容易性を確保することができる。

【0046】また、上記樹脂層は、粗化面形成用樹脂組成物を用いて形成してもよい。上記粗化面形成用樹脂組成物とは、例えば、酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に対して難溶性の未硬化の耐熱性樹脂マトリックス中に、酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に対して可溶性の物質が分散されたものである。なお、上記「難溶性」および「可溶性」という語は、同一の粗化液に同一時間浸漬した場合に、相対的に溶解速度の早いものを便宜上「可溶性」といい、相対的に溶解速度の遅いものを便宜上「難溶性」と呼ぶ。

【0047】上記耐熱性樹脂マトリックスとしては、層間樹脂絶縁層に上記粗化液を用いて粗化面を形成する際に、粗化面の形状を保持することができるものが好ましく、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、これらの複合体等が挙げられる。また、感光性樹脂を用いることにより、層間樹脂絶縁層に露光、現像処理を用いてバイアホール用開口を形成してもよい。

【0048】上記熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂等が挙げられる。また、上記熱硬化性樹脂を感光化する場合、メタクリル酸やアクリル酸等を用い、熱硬化基を（メタ）アクリル化反応させる。

【0049】上記エポキシ樹脂としては、例えば、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、アルキルフェノールノボラック型エポキシ樹脂、ピフェノールF型エポキシ

樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノール類とフェノール性水酸基を有する芳香族アルデヒドとの縮合物のエポキシ化物、トリグリシジルイソシアヌレート、脂環式エポキシ樹脂等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。それにより、耐熱性等に優れるものとなる。

【0050】上記熱可塑性樹脂としては、例えば、フェノキシ樹脂、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリフェニレンスルホン、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニルエーテル、ポリエーテルイミド等が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。

【0051】上記酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に対して可溶性の物質としては、例えば、無機粒子、樹脂粒子、金属粒子、ゴム粒子、液相樹脂、液相ゴム等が挙げられ、これらのなかでは、無機粒子、樹脂粒子および金属粒子が望ましい。また、これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。

【0052】上記無機粒子としては、例えば、アルミナ、水酸化アルミニウム等のアルミニウム化合物、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等のカルシウム化合物、炭酸カリウム等のカリウム化合物、マグネシア、ドロマイト、塩基性炭酸マグネシウム、タルク等のマグネシウム化合物、シリカ、ゼオライト等のケイ素化合物、チタニア等のチタン化合物等からなるものが挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。上記アルミナ粒子は、ふっ酸で溶解除去することができ、炭酸カルシウムは塩酸で溶解除去することができる。また、ナトリウム含有シリカやドロマイトはアルカリ水溶液で溶解除去することができる。

【0053】上記樹脂粒子としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等からなるものが挙げられ、酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に浸漬した場合に、上記耐熱性樹脂マトリックスよりも溶解速度の早いものであれば特に限定されず、具体的には、例えば、アミノ樹脂（メラミン樹脂、尿素樹脂、グアナミン樹脂等）、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂、ビスマレイミドートリアジン樹脂等からなるものが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。なお、上記樹脂粒子は予め硬化処理されていることが必要である。硬化させておかないと上記樹脂粒子が樹脂マトリックスを溶解させる溶剤に溶解してしまうため、均一に混合されてしまい、酸や酸化剤で樹脂粒子のみを選択的に溶解除去することができないからである。

【0054】上記金属粒子としては、例えば、金、銀、銅、スズ、亜鉛、ステンレス、アルミニウム、ニッケ

ル、鉄、鉛等からなるものが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。また、上記金属粒子は、絶縁性を確保するために、表層が樹脂等により被覆されていてもよい。

【0055】上記可溶性の物質を、2種以上混合して用いる場合、混合する2種の可溶性の物質の組み合わせとしては、樹脂粒子と無機粒子との組み合わせが望ましい。両者とも導電性が低いいため、層間樹脂絶縁層の絶縁性を確保することができるとともに、難溶性樹脂との間で熱膨張の調整が図りやすく、粗化面形成用樹脂組成物からなる層間樹脂絶縁層にクラックが発生せず、層間樹脂絶縁層と導体回路との間で剥離が発生しないからである。

【0056】上記粗化液として用いる酸としては、例えば、リン酸、塩酸、硫酸、硝酸や、蟻酸、酢酸等の有機酸等が挙げられるが、これらのなかでは有機酸を用いることが望ましい。粗化处理した場合に、バイアホールから露出する金属導体層を腐食させにくいからである。また、上記アルカリとしては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等が挙げられる。上記酸化剤としては、例えば、クロム酸、クロム硫酸、アルカリ性過マンガン酸塩（過マンガン酸カリウム等）の水溶液等を用いることが望ましい。

【0057】上記可溶性の物質の平均粒径は、 $10\mu\text{m}$ 以下が望ましい。また、平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下の平均粒径の相対的に大きな粗粒子と平均粒径が相対的に小さな微粒子とを組み合わせ使用してもよい。即ち、平均粒径が $0.1\sim0.8\mu\text{m}$ の可溶性の物質と平均粒径が $0.8\sim2.0\mu\text{m}$ の可溶性の物質とを組み合わせる等である。

【0058】このように、平均粒子と相対的に大きな粗粒子と平均粒径が相対的に小さな微粒子とを組み合わせることにより、無電解めっき膜の溶解残渣をなくし、めっきレジスト下のパラジウム触媒量を少なくし、さらに、浅くて複雑な粗化面を形成することができる。さらに、複雑な粗化面を形成することにより、粗化面の凹凸が小さくても実用的なピール強度を維持することができる。

【0059】（4）次に、その材料として熱硬化性樹脂や樹脂複合体を用いた層間樹脂絶縁層を形成する場合には、未硬化の樹脂絶縁層に硬化処理を施すとともに、バイアホール用開口を形成し、層間樹脂絶縁層とする。また、この工程では、必要に応じて、貫通孔を形成してもよい。上記バイアホール用開口は、レーザ処理により形成することが望ましい。また、層間樹脂絶縁層の材料として感光性樹脂を用いた場合には、露光現像処理により形成してもよい。

【0060】また、その材料として熱可塑性樹脂を用いた層間樹脂絶縁層を形成する場合には、熱可塑性樹脂からなる樹脂層にバイアホール用開口を形成し、層間樹脂

絶縁層とする。この場合、バイアホール用開口は、レーザ処理を施すことにより形成することができる。また、この工程で貫通孔を形成する場合、該貫通孔は、ドリル加工やレーザ処理等により形成すればよい。

【0061】上記レーザ処理に使用するレーザとしては、例えば、炭酸ガスレーザ、紫外線レーザ、エキシマレーザ等が挙げられる。これらのなかでは、エキシマレーザや短パルスの炭酸ガスレーザが望ましい。

【0062】また、エキシマレーザのなかでも、ホログラム方式のエキシマレーザを用いることが望ましい。ホログラム方式とは、レーザ光をホログラム、集光レンズ、レーザマスク、転写レンズ等を介して目的物に照射する方式であり、この方式を用いることにより、一度の照射で樹脂フィルム層に多数の開口を効率的に形成することができる。

【0063】また、炭酸ガスレーザを用いる場合、そのパルス間隔は、 $10^{-4}\sim10^{-8}$ 秒であることが望ましい。また、開口を形成するためのレーザを照射する時間は、 $10\sim500\mu\text{s}$ であることが望ましい。また、光学系レンズと、マスクとを介してレーザ光を照射することにより、一度に多数のバイアホール用開口を形成することができる。光学系レンズとマスクとを介することにより、同一強度で、かつ、照射強度が同一のレーザ光を複数の部分に照射することができるからである。このようにしてバイアホール用開口を形成した後、必要に応じて、デスミア処理を施してもよい。

【0064】（5）次に、バイアホール用開口の内壁を含む層間樹脂絶縁層の表面に薄膜導体層を形成する。上記薄膜導体層は、例えば、無電解めっき、スパッタリング等の方法により形成することができる。

【0065】上記薄膜導体層の材質としては、例えば、銅、ニッケル、スズ、亜鉛、コバルト、タリウム、鉛等が挙げられる。これらのなかでは、電気特性、経済性等に優れる点から銅や銅およびニッケルからなるものが望ましい。また、上記薄膜導体層の厚さとしては、無電解めっきにより薄膜導体層を形成する場合には、 $0.3\sim2.0\mu\text{m}$ が望ましく、 $0.6\sim1.2\mu\text{m}$ がより望ましい。また、スパッタリングにより形成する場合には、 $0.1\sim1.0\mu\text{m}$ が望ましい。なお、無電解めっきにより薄膜導体層を形成する場合には、予め、層間樹脂絶縁層の表面に触媒を付与しておく。上記触媒としては、例えば、塩化パラジウム等が挙げられる。

【0066】また、上記薄膜導体層を形成する前に、層間樹脂絶縁層の表面に粗化面を形成しておいてもよい。粗化面を形成することにより、層間樹脂絶縁層と薄膜導体層との密着性を向上させることができる。

【0067】また、上記（4）の工程で貫通孔を形成した場合には、層間樹脂絶縁層上に薄膜導体層を形成する際に、貫通孔の壁面にも薄膜導体層を形成することによりスルーホールとしてもよい。

【0068】(6) 次いで、その表面に薄膜導体層が形成された基板の上にめっきレジストを形成する。上記めっきレジストは、例えば、感光性ドライフィルムを張り付けた後、めっきレジストパターンが描画されたガラス基板等からなるフォトマスクを密着配置し、露光現像処理を施すことにより形成することができる。

【0069】(7) その後、薄膜導体層をめっきリードとして電解めっきを行い、上記めっきレジスト非形成部に電解めっき層を形成する。上記電解めっきとしては、銅めっきが望ましい。また、上記電解めっき層の厚さは、5～20 μmが望ましい。その後、上記めっきレジストと該めっきレジスト下の無電解めっき膜および薄膜導体層とを除去することにより導体回路（パイアホールを含む）を形成することができる。上記めっきレジストの除去は、例えば、アルカリ水溶液等を用いて行えばよく、上記薄膜導体層の除去は、硫酸と過酸化水素との混合液、過硫酸ナトリウム、過硫酸アンモニウム、塩化第二鉄、塩化第二銅等のエッチング液を用いて行えばよい。また、上記導体回路を形成した後、必要に応じて、層間樹脂絶縁層上の触媒を酸や酸化剤を用いて除去してもよい。電気特性の低下を防止することができるからである。このような(5)～(7)の工程を経ることにより導体回路を形成することができる。

【0070】なお、上記(5)～(7)の方法は、セミアディティブ法であるが、この方法に代えて、フルアディティブ法により導体回路を形成してもよい。具体的には、上記(5)と同様の方法で形成した薄膜導体層上の全面に電解めっき層を形成した後、該電解めっき層上の一部にドライフィルムを用いてエッチングレジストを形成し、その後、エッチングレジスト非形成部下の電解めっき層および薄膜導体層をエッチングにより除去し、さらに、エッチングレジストを剥離することにより独立した導体回路を形成してもよい。

【0071】このようなアディティブ法は、サブトラクティブ法等の他の導体回路の製造方法に比べ、エッチング精度が高いため、より微細な導体回路を形成することができるとともに、導体回路設計の自由度が向上し、層間樹脂絶縁層上に光導波路の形成領域を容易に確保することができる。また、ビルドアップ法により導体回路を形成してもよい。

【0072】また、上記(4)および(5)の工程においてスルーホールを形成した場合には、該スルーホール内に樹脂充填材を充填してもよい。また、スルーホール内に樹脂充填材を充填した場合、必要に応じて、無電解めっきを行うことにより樹脂充填材層の表層部を覆う蓋めっき層を形成してもよい。

【0073】(8) 次に、蓋めっき層を形成した場合には、必要に応じて、該蓋めっき層の表面に粗化処理を行い、さらに、必要に応じて、(3)～(7)の工程を繰り返すことにより、その両面に層間樹脂絶縁層と導体回

路とを積層形成する。なお、この工程では、スルーホールを形成してもよいし、形成しなくてもよい。

【0074】(9) 次に、最外層の層間樹脂絶縁層上の導体回路非形成部に光導波路を形成する。ポリマー材料等からなる有機系光導波路を形成する場合は、予め、基材や離型フィルム上でフィルム状に成形しておいた光導波路形成用フィルムを層間樹脂絶縁層上に張り付けたり、層間樹脂絶縁層上に直接形成することより、光導波路を形成することができる。具体的には、選択重合法、反応性イオンエッチングとフォトリソグラフィーとを用いる方法、直接露光法、射出成形を用いる方法、フォトリソ法、これらを組み合わせた方法等を用いて形成することができる。なお、これらの方法は、光導波路を基材や離型フィルム上に形成する場合にも、層間樹脂絶縁層上に形成する直接形成する場合にも用いることができる。また、石英ガラス、化合物半導体等からなる無機系光導波路を形成する場合は、例えば、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 等の無機材料を液相エピタキシャル法、化学堆積法(CVD)、分子線エピタキシャル法等により成膜させたり、予め、所定の形状に成形しておいた石英ガラス等の無機系光導波路を接着剤を介して取り付けることにより行うことができる。

【0075】また、上記光導波路には、光路変換ミラーを形成することが望ましい。上記光路変換ミラーは、光導波路を層間樹脂絶縁層上に取り付ける前に形成しておいてもよいし、層間樹脂絶縁層上に取り付け後に形成してもよいが、該光導波路を層間樹脂絶縁層上に直接形成する場合を除いて、予め光路変換ミラーを形成しておくことが望ましい。作業を容易に行うことができ、また、作業時に多層プリント配線板を構成する他の部材、例えば、導体回路や層間樹脂絶縁層等に傷を付けたり、これらを破損させたりするおそれがないからである。

【0076】上記光路変換ミラーを形成する方法としては特に限定されず、従来公知の形成方法を用いることができる。具体的には、先端がV形90°のダイヤモンドソーや刃物による機械加工、反応性イオンエッチングによる加工、レーザアブレーション等を用いることができる。

【0077】(10) 次に、必要に応じて、光導波路を形成した基板の最外層にソルダーレジスト層を形成する。上記ソルダーレジスト層は、例えば、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂、熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等からなるソルダーレジスト組成物を用いて形成することができる。

【0078】また、上記以外のソルダーレジスト組成物としては、例えば、ノボラック型エポキシ樹脂の(メタ)アクリレート、イミダゾール硬化剤、2官能性(メタ)アクリル酸エステルモノマー、分子量500～5000程度の(メタ)アクリル酸エステルの重合体、ビス

フェノール型エポキシ樹脂等からなる熱硬化性樹脂、多価アクリル系モノマー等の感光性モノマー、グリコールエーテル系溶剤などを含むペースト状の流動体が挙げられ、その粘度は25℃で1~10Pa・sに調整されていることが望ましい。最外層に上記ソルダーレジスト層を形成することにより、上記光導波路を損傷や熱等から保護することができる。

【0079】(11)次に、上記ソルダーレジスト層に光路用開口と、必要に応じて、ICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装するための開口を形成する。10 上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口と光路用開口との形成は、ビアホール用開口を形成する方法と同様の方法、即ち、露光現像処理やレーザ処理を用いて行うことができる。また、ソルダーレジスト層を形成する際に、予め、所望の位置に開口を有する樹脂フィルムを作製し、該樹脂フィルムを張り付けることにより、ICチップ実装用基板等を実装するための開口、および、光路用開口を有するソルダーレジスト層を形成してもよい。

【0080】これらのなかでは、ソルダーレジスト層を形成する際に、その材料として感光性樹脂を含む樹脂組成物を塗布し、露光現像処理を施すことによりICチップ実装用基板等を実装するための開口と光路用開口とを形成する方法を選択することが望ましい。露光現像処理により光路用開口を形成する場合には、開口形成時に、該光路用開口の下に存在する光導波路に傷を付けるおそれがないからである。

【0081】上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口の開口径は、500~1000μmが望ましく、上記光路用開口の開口径は、100~500μmが望ましい。また、上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口や上記光路用開口の形状は特に限定されず、例えば、円柱状、楕円柱状、四角柱状、多角柱状等が挙げられる。

【0082】(12)次に、ICチップ実装用基板等を実装するための開口を形成することにより露出した導体回路部分を、必要に応じて、ニッケル、パラジウム、金、銀、白金等の耐食性金属により被覆し、表面実装用パッドとする。これらのなかでは、ニッケル-金、ニッケル-銀、ニッケル-パラジウム、ニッケル-パラジウム-金等の金属により被覆層を形成することが望ましい。40 上記被覆層は、例えば、めっき、蒸着、電着等により形成することができるが、これらのなかでは、被覆層の均一性に優れるという点からめっきにより形成することが望ましい。

【0083】(13)次に、必要に応じて、上記表面実装用パッドに相当する部分に開口部が形成されたマスクを介して、上記表面実装用パッドに半田ペースト（例えば、Sn/Ag=96.5/3.5等）を充填した後、リフローすることにより半田パンパを形成する。また、

光導波路を形成する面と反対側のソルダーレジスト層では、外部基板接続面に導電性接着剤等を用いてピンを配設したり、半田ボールを形成したりすることにより、PGA (Pin Grid Array) やBGA (Ball Grid Array) としてもよい。上記ピンとしては特に限定されないが、T型のピンが望ましい。また、その材質としては、例えば、コパール、42アロイ等が挙げられる。また、ここでは、半田ペーストを充填した後、リフローする前に、ICチップ実装用基板や、その他の表面実装型電子部品を搭載し、その後、リフローすることにより半田付けを行ってもよい。なお、この場合、ICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を搭載（半田付け）する順序は特に限定されないが、接続端子数の多いものを後に搭載することが望ましい。

【0084】また、この工程で、半田パンパや、PGA、BGAを形成しなくても、ICチップ実装用基板のBGAや、表面実装型電子部品に形成されたパンパと、上記表面実装用パッドとを接続することにより、多層プリント配線板にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装することができる。このような工程を経ることにより、本発明の多層プリント配線板を製造することができる。

【0085】

【実施例】以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例1)

A. 層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムの作製

ビスフェノールA型エポキシ樹脂（エポキシ当量469、油化シェルエポキシ社製エピコート1001）30重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（エポキシ当量215、大日本インキ化学工業社製 エピクロンN-673）40重量部、トリアジン構造含有フェノールノボラック樹脂（フェノール性水酸基当量120、大日本インキ化学工業社製 フェノライトKA-7052）30重量部をエチルジグリコールアセテート20重量部、ソルベントナフサ20重量部に攪拌しながら加熱溶解させ、そこへ末端エポキシ化ポリブタジエンゴム（ナガセ化成工業社製 デナレックスR-45EPT）15重量部と2-フェニル-4、5-ビス（ヒドロキシメチル）イミダゾール粉碎品1.5重量部、微粉碎シリカ2重量部、シリコン系消泡剤0.5重量部を添加しエポキシ樹脂組成物を調製した。得られたエポキシ樹脂組成物を厚さ38μmのPETフィルム上に乾燥後の厚さが50μmとなるようにロールコーターを用いて塗布した後、80~120℃で10分間乾燥させることにより、層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムを作製した。

【0086】B. 貫通孔充填用樹脂組成物の調製

ビスフェノールF型エポキシモノマー（油化シェル社製、分子量：310、YL983U）100重量部、表面にシランカップリング剤がコーティングされた平均粒径が1.6μmで、最大粒子の直径が15μm以下のS

i O₂ 球状粒子（アドテック社製、CRS 1101-CE）170重量部およびレベリング剤（サンノブコ社製 ペレノールS4）1.5重量部を容器にとり、攪拌混合することにより、その粘度が23±1℃で45～49 Pa・sの樹脂充填材を調製した。なお、硬化剤として、イミダゾール硬化剤（四国化成社製、2E4MZ-CN）6.5重量部を用いた。

【0087】C. 多層プリント配線板の製造

（1）厚さ0.8mmのガラスエポキシ樹脂またはBT（ビスマレイミドトリアジン）樹脂からなる絶縁性基板1の両面に18μmの銅箔8がラミネートされている銅張積層板を出発材料とした（図2（a）参照）。まず、この銅張積層板をドリル削孔し、無電解めっき処理を施し、パターン状にエッチングすることにより、基板1の両面に導体回路4とスルーホール9とを形成した。

【0088】（2）スルーホール9および導体回路4を形成した基板を水洗いし、酸性脱脂した後、ソフトエッチングし、次いで、エッチング液を基板の両面にスプレーで吹きつけた後、搬送ロールで送ることによりそのスルーホール9を含む導体回路4の表面に粗化面（図示せず）を形成した（図2（b）参照）。エッチング液として、イミダゾール銅（II）錯体10重量部、グリコール酸7重量部、塩化カリウム5重量部からなるエッチング液（メック社製、メックエッチボンド）を使用した。

【0089】（3）上記Bに記載した樹脂充填材を調製した後、下記の方法により調製後24時間以内に、スルーホール9内および基板1の片面の導体回路非形成部と導体回路4の外縁部とに樹脂充填材10'の層を形成した。すなわち、まず、スキージを用いてスルーホール内に樹脂充填材を押し込んだ後、100℃、20分の条件で乾燥させた。次に、導体回路非形成部に相当する部分が開口したマスクを基板上に載置し、スキージを用いて凹部となっている導体回路非形成部にも樹脂充填材を充填し、100℃、20分の条件で乾燥させることにより樹脂充填材10'の層を形成した。ついで、他方の面の導体回路非形成部と導体回路の外縁部とにも同様にして樹脂充填材10'の層を形成した（図2（c）参照）。

【0090】（4）上記（3）の処理を終えた基板の片面を、#600のベルト研磨紙（三共理化学社製）を用いたベルトサンダー研磨により、導体回路4の表面やスルーホール9のランド表面に樹脂充填材10'が残らないように研磨し、次いで、上記ベルトサンダー研磨による傷を取り除くためのバフ研磨を行った。このような一連の研磨を基板の他方の面についても同様に行った。次いで、100℃で1時間、120℃で3時間、150℃で1時間、180℃で7時間の加熱処理を行って樹脂充填材層10を形成した。

【0091】このようにして、スルーホール9や導体回路非形成部に形成された樹脂充填材10の表層部および導体回路4の表面を平坦化し、樹脂充填材10と導体回

路4の側面とが粗化面を介して強固に密着し、また、スルーホール9の内壁面と樹脂充填材10とが粗化面を介して強固に密着した絶縁性基板を得た（図2（d）参照）。この工程により、樹脂充填材層10の表面と導体回路4の表面とが同一平面となる。

【0092】（5）上記基板を水洗、酸性脱脂した後、ソフトエッチングし、次いで、エッチング液を基板の両面にスプレーで吹き付けて、導体回路4の表面とスルーホール9のランド表面と内壁とをエッチングすることにより、導体回路4の全表面に粗化面を形成した。エッチング液として、イミダゾール銅（II）錯体10重量部、グリコール酸7重量部、塩化カリウム5重量部を含むエッチング液（メック社製、メックエッチボンド）を使用した。

【0093】（6）次に、上記Aで作製した基板より少し大きめの層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムを基板上に載置し、圧力0.4MPa、温度80℃、圧着時間10秒の条件で仮圧着して裁断した後、さらに、以下の方法により真空ラミネータ装置を用いて貼り付けることにより層間樹脂絶縁層2を形成した（図2（e）参照）。すなわち、層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムを基板上に、真空度65Pa、圧力0.4MPa、温度80℃、時間60秒の条件で本圧着し、その後、170℃で30分間熱硬化させた。

【0094】（7）次に、層間樹脂絶縁層2上に、厚さ1.2mmの貫通孔が形成されたマスクを介して、波長10.4μmのCO₂ガスレーザにて、ビーム径4.0mm、トップハットモード、パルス幅8.0μ秒、マスクの貫通孔の径1.0mm、1ショットの条件で層間樹脂絶縁層2に、直径80μmのバイアホール用開口6を形成した（図3（a）参照）。

【0095】（8）次に、日本真空技術社製、SV-4540を用いてプラズマ処理を行い、層間樹脂絶縁層2の表面を粗化した。ここで、不活性ガスとしてはアルゴンガスを使用し、電力200W、ガス圧0.6Pa、温度70℃の条件で2分間プラズマ処理を行った。次に、同じ装置を用い、内部のアルゴンガスを交換した後、SV-4540を用い、Niをターゲットにしたスパッタリングを、気圧0.6Pa、温度80℃、電力200W、時間5分間の条件で行い、Niからなる金属層を層間樹脂絶縁層2の表面に形成した。なおNi層の厚さは0.1μmである。

【0096】（9）次に、以下の組成の無電解銅めっき水溶液中に、Ni層を形成した基板を浸漬し、Ni層上に厚さ0.6～3.0μmの無電解銅めっき膜を形成した（図3（b）参照）。なお、図3（b）においては、Ni層と無電解銅めっき膜とからなる層を薄膜導体層12と示している。

〔無電解めっき水溶液〕

NiSO₄

0.003 mol/l

酒石酸	0.200 mol/l
硫酸銅	0.030 mol/l
HCHO	0.050 mol/l
NaOH	0.100 mol/l
α 、 α' -ビピリジル	100 mg/l
ポリエチレングリコール (PEG)	0.10 g/l

〔無電解めっき条件〕30℃の液温度で40分

【0097】(10)次に、無電解銅めっき膜12が形成された基板に市販の感光性ドライフィルムを張り付け、マスクを載置して、100mJ/cm²で露光し、0.8%炭酸ナトリウム水溶液で現像処理することにより、厚さ20μmのめっきレジスト3を設けた(図3(c)参照)。

【0098】(11)ついで、基板を50℃の水で洗浄して脱脂し、25℃の水で水洗後、さらに硫酸で洗浄してから、以下の条件で電解めっきを施し、めっきレジスト3非形成部に、厚さ20μmの電解銅めっき膜13を形成した(図3(d)参照)。

〔電解めっき液〕

硫酸	2.24 mol/l
硫酸銅	0.26 mol/l
添加剤	19.5 ml/l

(アトテックジャパン社製、カパラシドGL)

〔電解めっき条件〕

電流密度	1 A/dm ²
時間	65 分
温度	22±2 ℃

【0099】(12)さらに、めっきレジスト3を5% NaOHで剥離除去した後、そのめっきレジスト3下の無電解めっき膜を硫酸と過酸化水素との混合液でエッチング処理して溶解除去し、無電解銅めっき膜12と電解銅めっき膜13とからなる厚さ18μmの導体回路5(バイアホール7を含む)を形成した(図4(a)参照)。

【0100】(13)次に、上記(5)～(12)の工程を繰り返すことにより、上層の層間樹脂絶縁層と導体回路とを積層形成した(図4(b)～図4(c)参照)。さらに、上記(5)の工程で用いた方法と同様の方法を用いて最外層の導体回路に粗化面を形成した。

【0101】(14)次に、最外層の層間樹脂絶縁層2の表面の所定の位置に、以下の方法を用いて光路変換ミラー19a、19bを有する光導波路18a、18bを形成した(図5(a)参照)。すなわち、予め、その一端に先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路変換ミラーを形成しておいたPMMAからなるフィルム状の光導波路(マイクロパーツ社製：幅25μm、厚さ25μm)を、光変換ミラー非形成側のその他端の側面と層間樹脂絶縁層の側面とが揃うように貼り付けた。なお、光導波路の貼り付けは、該光導波路の層間樹脂絶縁層との接着面に熱硬化性樹脂からなる接着剤を

厚さ10μmに塗布しておき、圧着後、60℃で1時間硬化させることにより行った。なお、本実施例では、60℃/1時間の条件で硬化を行ったが、場合によってはステップ硬化をおこなってもよい。貼り付け時に光導波路により応力が発生しにくいからである。

【0102】(15)次に、ジエチレングリコールジメチルエーテル(DMDG)に60重量%の濃度になるように溶解させた、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂(日本化薬社製)のエポキシ基50%をアクリル化した感光性付与のオリゴマー(分子量：4000)46.67重量部、メチルエチルケトンに溶解させた80重量%のビスフェノールA型エポキシ樹脂(油化シェル社製、商品名：エピコート1001)15.0重量部、イミダゾール硬化剤(四国化成社製、商品名：2E4MZ-CN)1.6重量部、感光性モノマーである2官能アクリルモノマー(日本化薬社製、商品名：R604)3.0重量部、同じく多価アクリルモノマー(共栄化学社製、商品名：DPE6A)1.5重量部、分散系消泡剤(サンノブコ社製、S-65)0.71重量部を容器にとり、攪拌、混合して混合組成物を調製し、この混合組成物に対して光重合開始剤としてベンゾフェノン(関東化学社製)2.0重量部、光増感剤としてのミヒラケトン(関東化学社製)0.2重量部、を加えることにより、粘度を25℃で2.0Pa・sに調整したソルダーレジスト組成物を得た。なお、粘度測定は、B型粘度計(東京計器社製、DVL-B型)で60min⁻¹(rpm)の場合はローターNo.4、6min⁻¹(rpm)の場合はローターNo.3によった。

【0103】(16)次に、光導波路18a、18bを形成した基板の両面に、上記ソルダーレジスト組成物を塗布し、70℃で20分間、70℃で30分間の条件で乾燥処理を行い、ソルダーレジスト組成物の層14'を形成した(図5(b)参照)。

【0104】(17)次いで、光導波路を形成した側のソルダーレジスト組成物の層14'に、ICチップ実装用基板を実装するための開口と光路用開口とのパターンが描画された厚さ5mmのフォトマスクを密着させて1000mJ/cm²の紫外線で露光し、DMTG溶液で現像処理し、ICチップ実装用基板を実装するための開口と開口径400μmの光路用開口とを形成した。そして、さらに、80℃で1時間、100℃で1時間、120℃で1時間、150℃で3時間の条件でそれぞれ加熱処理を行ってソルダーレジスト組成物の層を硬化させ、ICチップ実装用基板を実装するための開口15と光路用開口19a、19bを有するソルダーレジスト層14を形成した。なお、ICチップ実装用基板を実装するための開口は、ピッチ1.27mmで直径600μmとした。また、光導波路を形成しなかった側のソルダーレジスト組成物の層14'には、表面実装型電子部品を実装するための開口のパターンが描画された厚さ5mmのフ

フォトマスクを密着させて、上記した条件で露光、現像処理、および、硬化処理を行い、表面実装型電子部品を実装するための開口15を有するソルダーレジスト層14を形成した(図6(a)参照)。なお、上記ソルダーレジスト組成物としては、市販のソルダーレジスト組成物を使用することもできる。

【0105】(18)次に、ソルダーレジスト層14を形成した基板を、塩化ニッケル($2.3 \times 10^{-1} \text{mol/l}$)、次亜リン酸ナトリウム($2.8 \times 10^{-1} \text{mol/l}$)、クエン酸ナトリウム($1.6 \times 10^{-1} \text{mol/l}$)を含むpH=4.5の無電解ニッケルめっき液に20分間浸漬して、ICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装するための開口15に厚さ5 μm のニッケルめっき層を形成した。さらに、その基板をシアン化金カリウム($7.6 \times 10^{-3} \text{mol/l}$)、塩化アンモニウム($1.9 \times 10^{-1} \text{mol/l}$)、クエン酸ナトリウム($1.2 \times 10^{-1} \text{mol/l}$)、次亜リン酸ナトリウム($1.7 \times 10^{-1} \text{mol/l}$)を含む無電解金めっき液に80℃の条件で7.5分間浸漬して、ニッケルめっき層上に、厚さ0.03 μm の金めっき層を形成し、表面実装用パッド16とした。

【0106】(19)次に、ソルダーレジスト層14を形成したICチップ実装用基板等を実装するための開口15に半田ペースト(Sn/Ag=96.5/3.5)を印刷し、250℃でリフローすることにより、多層プリント配線板とした(図6(b)参照)。

【0107】(実施例2)実施例1の(14)の工程において、その一端に先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路変換ミラーを形成しておいたフッ素化ポリイミドからなるフィルム状の有機系光導波路(幅50 μm 、厚さ50 μm)を用いた以外は、実施例1と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0108】(実施例3)実施例1の(14)の工程において、その一端に先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路変換ミラーを形成しておいたエポキシ樹脂からなるフィルム状の有機系光導波路(幅50 μm 、厚さ50 μm)を用いた以外は、実施例1と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0109】実施例1～3で得られた多層プリント配線板について、下記の評価方法により、(1)光導波路の形状観察、(2)光信号の検出および(3)導通試験を行い、評価した。

【0110】評価方法

(1) 光導波路の形状観察

実施例1～3の多層プリント配線板について、これらの多層プリント配線板を有機系光導波路を通るように刃物で切断し、その断面を観察した。

【0111】(2) 光信号の検出

まず、実施例1～3の多層プリント配線板の有機系光導波路が形成されている側に、受光素子および発光素子が

実装されたICチップ実装用基板を、受光素子および発光素子がそれぞれ光路用開口に対向する位置に配設されるように半田バンプを介して接続した。次に、発光素子に対向する光導波路の多層プリント配線板側面からの露出面に光ファイバを取り付け、受光素子に対向する光導波路の多層プリント配線板側面からの露出面に検出器を取り付けた後、光ファイバを介して光信号を送り、ICチップで演算させた後、検出器で光信号を検出した。

【0112】(3) 導通試験

上記光信号の検出と同様にして、多層プリント配線板にICチップ実装用基板を接続し、その後、導通試験を行い、モニターに表示される結果から導通状態を評価した。

【0113】上記評価の結果、実施例1～3の多層プリント配線板は、受光用光導波路および発光用光導波路の2種類の光導波路が所定の位置に形成されていた。また、実施例1～3の多層プリント配線板では、ICチップ実装用基板を接続し、光信号を送った場合に所望の光信号を検出することができ、本実施例で製造した多層プリント配線板は、十分な光信号伝送能を有していることが明らかとなった。さらに、実施例1～3の多層プリント配線板では、ICチップ実装用基板を接続した場合の導通試験において、電気信号の導通性に問題はなく、光信号とともに、電気信号も伝送することができることが明らかとなった。さらに、光導波路の850nm波長光での損失を測定した結果、0.3dB/cmであった。

【0114】

【発明の効果】本発明の多層プリント配線板は、上述した構成からなるため、光信号および電気信号の両方を伝送することができ、また、多層プリント配線板内に光導波路が内層されているため、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多層プリント配線板の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図3】本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図4】本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図5】本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図6】本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

100 多層プリント配線板

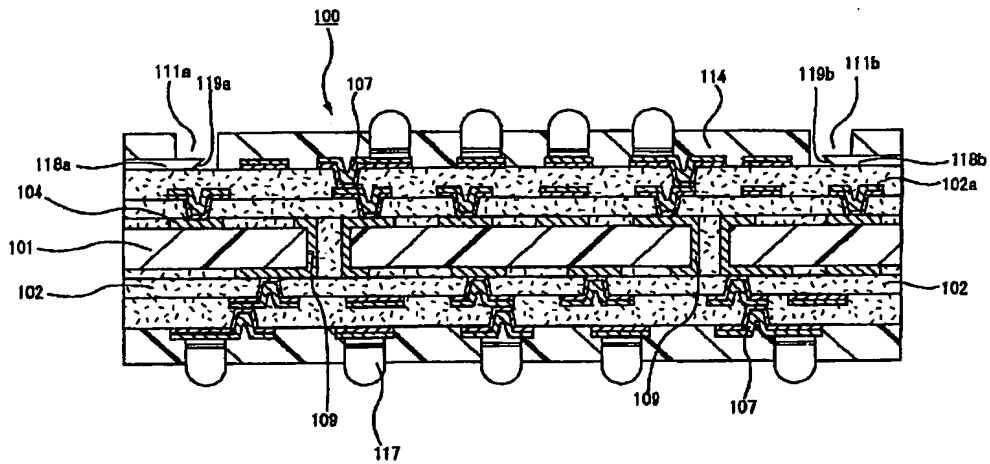
101 基板

102 層間樹脂絶縁層

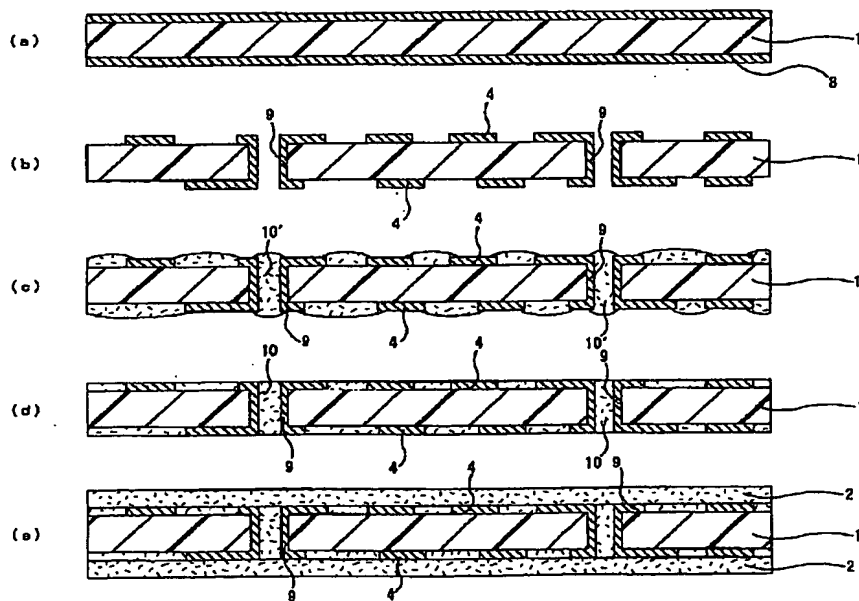
104 導体回路
107 バイアホール
109 スルーホール
111 光路用開口

114 ソルダーレジスト層
117 半田パンプ
118 光導波路
119 光変換用ミラー

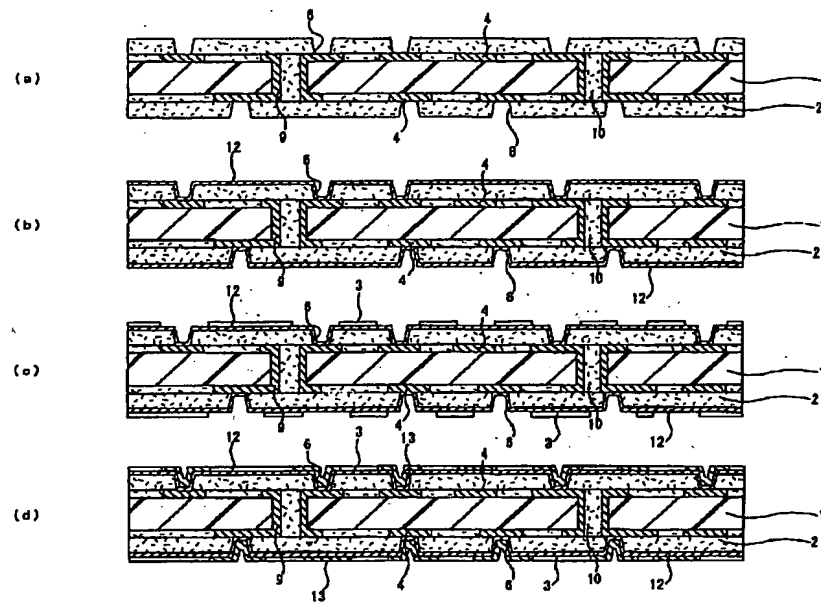
【図1】



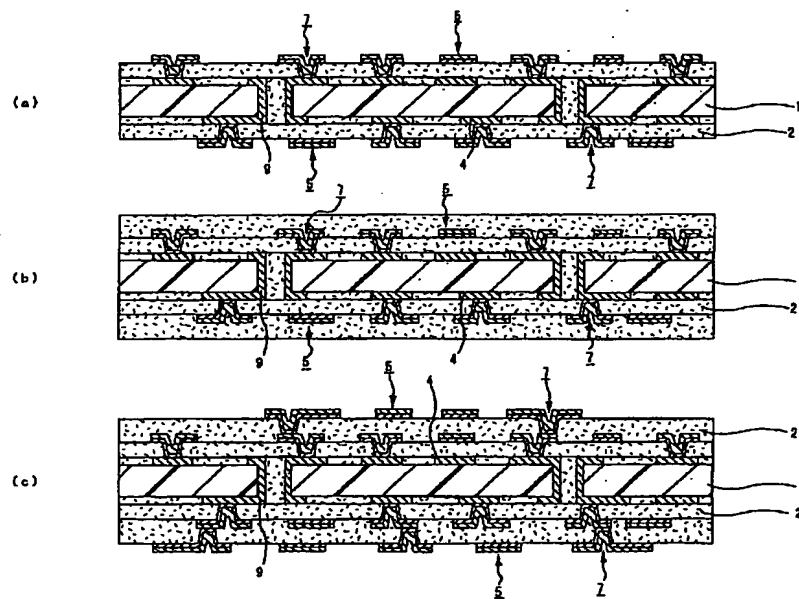
【図2】



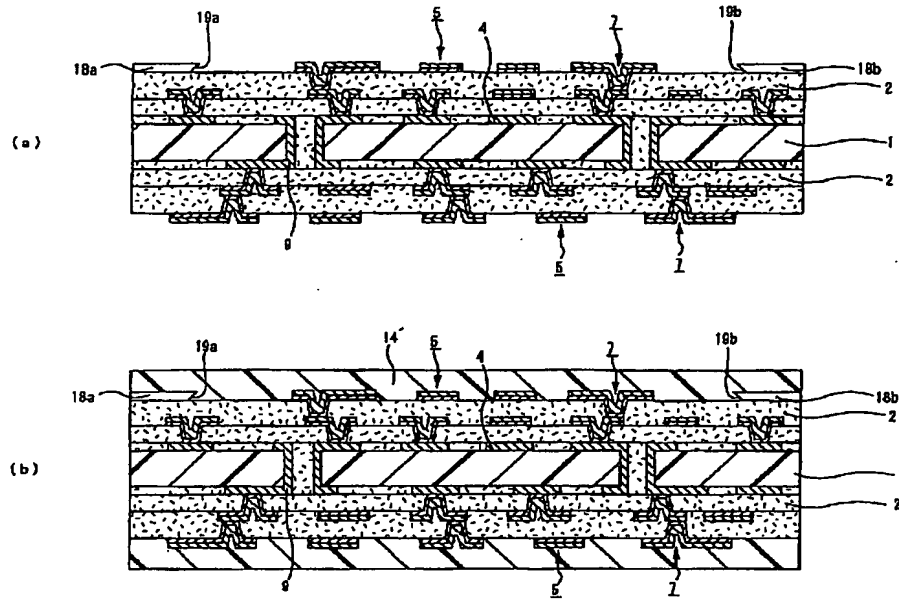
【図3】



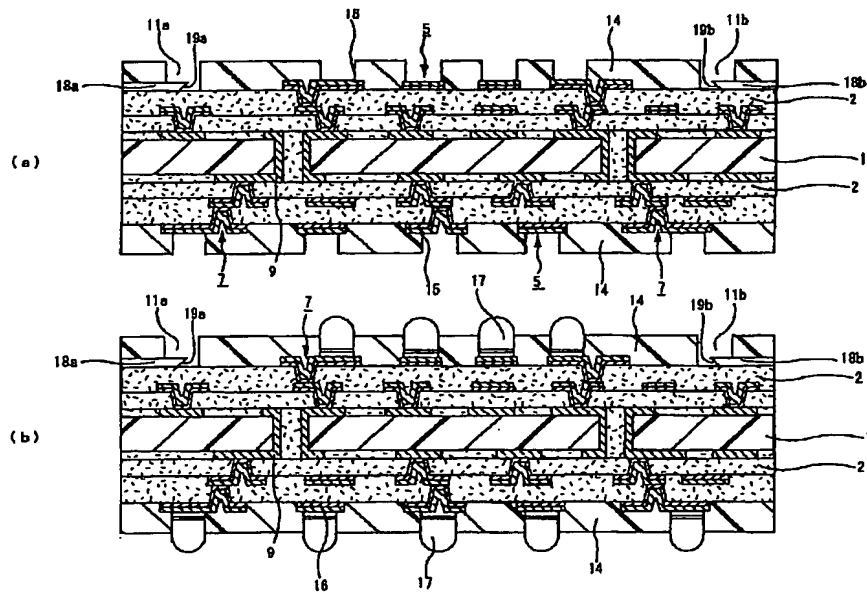
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H047 KA04 KB08 KB09 LA09 MA05
MA07 PA01 PA02 PA15 PA21
PA22 PA24 PA28 QA01 QA05
TA05
5E338 AA03 AA16 BB63 BB75 CC01
CC10 CD33 EE22
5E346 AA06 AA12 AA15 AA17 AA43
BB01 BB16 CC02 CC08 CC31
DD02 DD03 DD33 DD47 EE31
EE38 FF04 FF45 FF50 GG15
GG17 GG27 GG28 HH22